

PENJADWALAN TRUK SAMPAH KOTA PONTIANAK DENGAN MODEL *ROLL ON ROLL OFF VEHICLE ROUTING PROBLEM*

SURLI

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik,
Universitas Tanjungpura Pontianak
famsurli229@gmail.com

Abstract- Increased consumption and need for goods that generate waste has an impact on environmental hygiene Pontianak city. Production of waste generated by the resident according to the Office of Sanitation and Park of Pontianak City in 2015 reached 1339.98 tons per day over 64 locations with a fleet of only 35 units available. This makes the process of transporting waste needs to be done effective and efisienct. The aims of this study are to analyze the exizting condition of the transport arm roll garbage truk in Pontianak City and use the model of Roll on Roll off Vehicle Routing Problem to generate better waste transportation schedule in Pontianak city.

The steps in solving scheduling problem of Pontianak City garbage trucks using the model of Roll On Roll Off Vehicle Routing Problem are by mapping the locations of waste in Pontianak city, calculating the distance using the road map, describing the problem of scheduling garbage trucks, determining the types of trip used for Pontianak city garbage truck and calculating the service time of each garbage truck.

Based on the research on Pontianak city garbage truck scheduling with model of Roll On Roll Off Vehicle Routing Problem, the following conclusions can be drawn: Amr roll truck fleet consisting of 22 units of vhicle, there are 8 vehicles that exceed the time limit of service, so do balancing the workload between vehicles has been conducted. This proves that amr roll waste transportation trucks in Pontianak are not optimal. The Model of Roll On Roll Off Vehicle Routing Problem has not been able to obtain the optimal schedule for a solution model using the heuristic method. However, the proposed heuristic method has been able to offer a solutions for better waste transpotation fares

in the sense that it reduced the schedule of vehicles that exceed the time limit. The waste transportation services schedule originally had 8 vehicles that exceed the time limit of 80.1398 service hours to 4 vehicles that exceed the time limit of 39.0832 hour service so that there is a difference of total service time of 41.0566 hours. This proves that the scheduling for garbage transportation is better.

Keywords: Scheduling, Roll On Roll Off Vehicle Routing Problem, Garbage Trucks

1. Pendahuluan

Meningkatnya konsumsi dan kebutuhan barang-barang yang menghasilkan sampah berdampak pada kebersihan lingkungan kota Pontianak. Produksi sampah yang dihasilkan masyarakat menurut Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Pontianak pada tahun 2015 mencapai 1.339,98 ton per hari yang tersebar di 64 titik lokasi TPS dengan jumlah armada yang tersedia hanya 35 unit. Hal ini membuat proses pengangkutan sampah perlu untuk dilakukan secara efektif dan efesian.

Berdasarkan data Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Pontianak tahun 2015 bahwa armada yang paling banyak digunakan adalah armada jenis amrroll truk sebanyak 22 unit daripada armada jenis lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa kedepannya Pemerintah kota Pontianak menggunakan armada amrroll truk untuk memudahkan pembuangan sampah dalam kontainer oleh masyarakat dan memudahkan pengangkutan amrroll truk dari tempat pembuangan sementara (TPS) menuju tempat pembuangan akhir (TPA). Jumlah armada pengangkutan sampah dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Jumlah Armada Angkutan Dinas Kebersihan Dan Pertamanan Kota Pontianak

No	Nama Armada	Baik	Rusak Ringan	Jumlah
1	Fuso	2	0	2
2	Dump Truk	5	6	11
3	Amroll Truk	18	4	22
	Jumlah	25	10	35

Sumber : Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Pontianak, 2015

Berdasarkan tabel 1 diketahui bahwa jumlah armada amroll truk sebanyak 22 unit, empat diantaranya dalam kondisi rusak ringan. Hal ini tentunya sedikit mempersulit kerja Dinas Kebersihan Kota Pontianak dikarenakan armada jenis amroll truk dapat mengangkut sampah lebih mudah meletakkan dan melepaskan kontainer dari pada jenis armada lainnya.

Faktor lain yang menyebabkan keterlambatan pengangkutan sampah adalah lamanya proses pemindahan sampah atau pembersihan area TPS yang dilakukan oleh petugas dikarenakan banyak sampah yang berada di luar kontainer.

Sampah yang berada di luar kontainer disebabkan oleh masyarakat yang kurang mengerti dan masyarakat kurang sadar akan pentingnya pembuangan sampah pada lokasi TPS kontainer yang telah disediakan. Selain itu, kapasitas kontainer juga tidak dapat menampung volume sampah yang ada di beberapa area TPS. Kurangnya tenaga pengawas TPS dari dinas kebersihan dan peran pemulung dalam memilah sampah memperlambat proses pembersihan TPS.

Kurangnya jumlah armada yang digunakan untuk mengangkut sampah berdampak pada waktu dan biaya yang dibutuhkan. Pengangkutan sampah kota pontianak dapat dioptimalkan dengan membuat jadwal pengangkutan yang mengefisienkan jarak, waktu, biaya dan jumlah armada yang dimiliki pemerintah Kota Pontianak. Berikut ini kondisi eksisting dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Proses Pengangkutan Sampah Amroll Truk

Sumber : Dinas kebersihan dan Pertamanan Kota Pontianak, 2015

Proses pengangkutan sampah dilakukan pada pukul 21.00 sampai pukul 06.00 wib yang memerlukan waktu sembilan jam pengangkutan dalam sehari dengan kondisi transportasi armada paling banyak enam kali pulang pergi. Proses pengangkutan juga kadang-kadang terjadi waktu lembur yang sebenarnya tidak diinginkan dalam penjadwalan tetapi waktu lembur juga dapat mempengaruhi masalah estetika atau kenyamanan yang dapat mengganggu masyarakat disekitar pada saat pengangkutan dilakukan siang hari.

Cara kerja amroll truk melayani setiap titik lokasi sampah yaitu truk mulai perjalanan dari depot membawa kontainer kosong untuk meletakkan kontainer kosong di lokasi pembuangan sementara, setelah diisi penuh atau kontainer yang sudah ada di lokasi terisi penuh truk tersebut membawa ke tempat pembuangan akhir. Kemudian truk membawa kontainer kosong kembali untuk diletakkan pada lokasi tempat pembuangan sementara yang sama, terdapat ada beberapa kali ritasi dan akhir perjalanan truk kembali ke depot atau kemana saja.

Penelitian yang telah dilakukan oleh Kim (2006), tentang pengumpulan sampah menggunakan model *vehicle routing problem with time windows* adalah untuk menjadwalkan pengangkutan sampah komersial dengan model *Vehicle Routing Problem With Time Windows (VRPTW)* yang memiliki ritasi terbanyak dan mempertimbangkan waktu istirahat makan siang supir. Metode solusi yang digunakan adalah algoritma *insertion* diimplementasikan

untuk permasalahan pengumpulan sampah yang berbasis *clustering*. Namun model Kim (2006) yang digunakan mempunyai ketidakcocokan untuk permasalahan penjadwalan truk sampah dengan amroll truk di Kota Pontianak.

Dalam penelitian Bodin dan Ball (2000), yang juga melakukan penelitian tentang penjadwalan pengumpulan sampah. Setiap hari rute traktor mengangkut sampah masyarakat sebanyak 600 sampai 1500 titik lokasi sampah, yang memiliki *single depot*, dan *single disposal facility* yang mirip dengan amroll truk. Dimana cara kerja traktor membawa trailer yang kosong kemudian mengambil trailer yang penuh lalu dibawa ke *disposal facility*. Penelitian penjadwalan truk sampah dengan amroll truk Dinas Kebersihan dan Kota Pontianak ini mirip penelitian yang dilakukan Bodin dan Ball (2000) dengan model *roll on roll off vehicle routing problem*. Adapun hasil penelitian Bodin dan Ball adalah mendapatkan satu metode yang memberikan solusi yang baik yaitu metode PEM (*Partial Enumeration Method*).

Perbedaan penelitian terdahulu dengan penelitian ini adalah pada objek dan variabel permasalahan yang akan diteliti yaitu jenis kendaraan amroll truk, jumlah titik lokasi sampah, *single trip*, *single disposal facility* dan *single depot* pada Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Pontianak dengan Model *Roll On Roll Off Vehicle Routing Problem* adalah model yang digunakan untuk permasalahan jenis tipe trip kendaraan yaitu meminimumkan waktu pelayanan dengan mempertimbangkan kendala-kendala yang ada.

2. Teori Dasar

Pengertian Sampah

Menurut Kamus Lingkungan dalam Basriyanta (2007:17), sampah adalah bahan yang tidak mempunyai nilai atau tidak berharga untuk digunakan secara biasa atau khusus dalam produksi atau pemakaian; barang rusak atau cacat selama manufaktur atau materi berlebihan atau buangan. Sedangkan definisi sampah menurut Tim

Penulis Penebar Swadaya (2008: 5-6) adalah suatu bahan yang terbuang atau dibuang dari sumber hasil aktivitas manusia maupun alam yang belum memiliki nilai ekonomis.

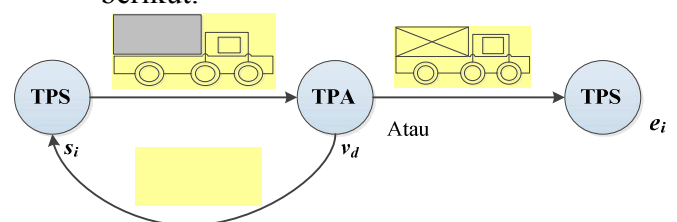
Pengertian Model *Roll On Roll Off Vehicle Routing Problem*

Menurut Toth 2002 dalam jurnal Ball et., al *Roll On Roll Off* merupakan salah satu varian dari VRP yang dimana ada sejumlah *trailer* atau kontainer yang terdapat pada lokasi konstruksi, area pabrik dan lokasi yang besar. Traktor dapat memindahkan tempat sampah yang dilokasi dan membawanya ke tempat pembuangan. Setiap traktor dapat membawa satu trailer disetiap waktu.

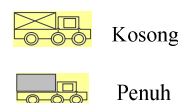
Jenis Tipe Trip

Jenis tipe trip yang digunakan Bodin dan Ball (2000) dengan model *rollon-rolloff vehicle routing problem* dimana T_i adalah bagian dari setiap trip i dengan $i = 1, 2, 3, 4$ dan $T = T_1 \cup T_2 \cup T_3 \cup T_4$ merupakan bagian dari semua trip. Jenis tipe trip dapat digambarkan sebagai berikut.

- Trip tipe 1: untuk trip $i \in T_1$, apabila *movement vector* $M_i = (s_i, v_d, e_i)$ dimana $s_i, e_i \in V \setminus \{v_0, v_d\}$. Traktor mulai perjalanan mengambil trailer terisi penuh dari s_i dan membawa ke *disposal facility* v_d (TPA) setelah dikosongkan, traktor membawa trailer kembali ke tempat *intermediate facility* e_i (TPS) atau kemana saja akhir perjalanan traktor dengan trailer kosong. Dapat dilihat pada gambar 2.6 berikut.



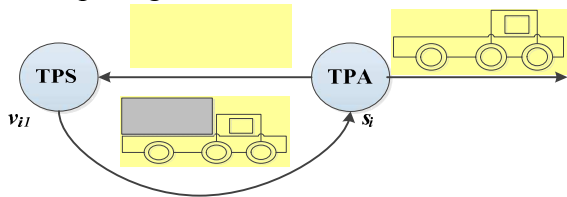
Keterangan :



Gambar 2. Trip Tipe 1

Sumber: Bodin dan Ball 2000

b) Trip tipe 2: untuk trip $i \in T_2$, apabila *movement vector* $M_i = (s_i, v_{i1}, e_i)$ dimana $s_i = e_i = v_d$ dan $v_{i1} \in V \setminus \{v_0, v_d\}$. Traktor mulai perjalanan dari TPA (s_i) membawa trailer kosong kemudian traktor mengambil trailer terisi penuh dari TPS (v_{i1}) lalu membawa ke *disposal facility* v_d (TPA) setelah dikosongkan, traktor tanpa membawa trailer kemana saja akhir perjalanan traktor. Dapat dilihat pada gambar 2.7 berikut.

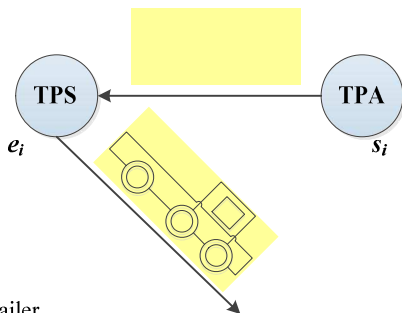


Keterangan :
 Kosong
 Penuh
 Tanpa Trailer

Gambar 3. Trip tipe 2

Sumber: Bodin dan Ball 2000

c) Trip tipe 3: untuk trip $i \in T_3$, apabila *movement vector* $M_i = (s_i, e_i)$ dimana $s_i = v_d$ dan $e_i \in V \setminus \{v_0, v_d\}$. Traktor mulai perjalanan dari TPA (s_i) membawa trailer kosong kemudian traktor meletakkan trailer di TPS (e_i), lalu traktor pergi tanpa membawa trailer kemana saja akhir perjalanan traktor. Dapat dilihat pada gambar 2.8 berikut.



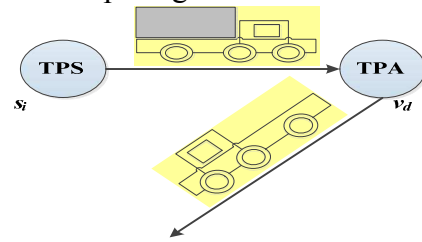
Keterangan :
 Kosong
 Tanpa Trailer

Gambar 4. Trip Tipe 3

Sumber: Bodin dan Ball 2000

d) Trip tipe 4: untuk trip $i \in T_4$, apabila *movement vector* $M_i = (s_i, e_i)$ dimana $s_i \in V \setminus \{v_0, v_d\}$. Traktor mulai perjalanan dari TPS (s_i) membawa trailer terisi penuh kemudian traktor

membawa ke TPA (v_d), lalu traktor pergi tanpa membawa trailer kemana saja akhir perjalanan traktor. Dapat dilihat pada gambar 2.9 berikut.



Keterangan :
 Penuh
 Tanpa Trailer

Gambar 5. Trip Tipe 4

Sumber: Bodin dan Ball 2000

Setelah menentukan jenis tipe trip kemudian dilakukan perhitungan waktu pelayanan (Bodin dan Ball, 2000). Waktu pelayanan (d_i) dari trip i didefinisikan sebagai waktu yang diperlukan oleh traktor untuk melayani trip i . Sedangkan L merupakan total waktu kerja traktor untuk melayani setiap trip. Adapun parameter yang digunakan dalam waktu Pelayanan dengan setiap tipe trip sebagai berikut.

$t_a(v)$ adalah waktu pengambilan trailer oleh sebuah traktor yang berada dilokasi v dimana $v = v_d$ apabila pengambilan kontainer di *disposal facility*.

$t_d(v)$ adalah waktu melepaskan atau meletakkan trailer oleh sebuah traktor yang berada dilokasi v dimana $v = v_d$ apabila diletakkan di *disposal facility*.

t_u adalah waktu pembuangan yang dilakukan oleh sebuah traktor di *disposal facility*.

Berikut ini d_i merupakan waktu pelayanan untuk trip i dimana perhitungan d_i berdasarkan setiap jenis tipe trip.

- 1) Trip tipe 1

$$d_i = t_a(s_i) + \tau_{s_i v_d} + t_u + \tau_{v_d s_i} + t_d(e_i), \quad i \in T_1$$
- 2) Trip tipe 2

$$d_i = t_a(v_d) + \tau_{v_d v_{i1}} + t_d(v_{i1}) + t_a(v_{i1}) + \tau_{v_{i1} v_d} + t_d(v_d), \quad i \in T_2$$
- 3) Trip tipe 2

$$d_i = t_a(v_d) + \tau_{v_d e_i} + t_d(e_i), \quad i \in T_3$$
- 4) Trip tipe 2

$$d_i = t_a(s_i) + \tau_{s_i v_d} + t_d(v_d), \quad i \in T_4$$

Keterangan :

s_i adalah lokasi mulainya sebuah trip.

e_i adalah lokasi diakhirinya sebuah trip.

v_d adalah lokasi *disposal facility*.

v_{i1} adalah lokasi *intermediate facility*.

τ_{ab} adalah waktu perjalanan dari lokasi a ke lokasi b .

3. Hasil Penelitian

Analisa dan pembahasan hasil merupakan analisa dari hasil perhitungan waktu pelayanan berdasarkan model Bodin dan Ball (2000) dengan jenis trip tipe 1 pada data eksisting dan waktu pelayanan perbaikan yang telah dibuat.

Analisa Waktu Pelayanan Berdasarkan Data Eksisting

Berdasarkan perhitungan waktu pelayanan eksisting didapatkan delapan truk sampah yang melebihi batas waktu pelayanan dan dapat dilihat pada tabel 3.1 berikut.

Tabel 2. Analisa Waktu Pelayanan Eksisting

Truk Nomor	Waktu Kerja (Jam)
10	10,0146
13	9,6604
15	10,01805
16	10,47
17	9,9249
20	10,3251
21	9,4833
22	10,24345
Total	80,1398

Berdasarkan tabel di atas bahwa truk yang melebihi batas waktu pelayanan perlu diseimbangkan agar mendapatkan penjadwalan truk sampah yang lebih baik. Hal ini menunjukkan bahwa penjadwalan truk sampah sudah sangat ketat batas waktu pelayanan sembilan jam dari 22 unit truk sampah yang dijadwalkan pemerintah kota Pontianak. Sehingga total waktu kerja delapan truk sampah yang melebihi batas waktu pelayanan adalah 80,1398 jam.

Analisa Waktu Pelayanan Perbaikan

Berdasarkan hasil perhitungan waktu pelayanan perbaikan didapatkan empat unit truk sampah yang waktu pelayanannya melebihi batas waktu pelayanan dan dapat dilihat pada tabel 3.2 berikut.

Tabel 3. Analisa Waktu Pelayanan Perbaikan

Truk Nomor	Waktu Kerja (Jam)
10	10,0146
13	9,6604
17	9,9249
21	9,4833
Total	39,0832

Berdasarkan tabel diatas menunjukkan bahwa setelah menghitung perbaikan waktu pelayanan pengangkutan sampah di kota Pontianak, sudah lebih baik dari waktu pelayanan eksisting yang sebelumnya terdapat delapan unit truk sampah menjadi empat unit truk sampah. Karena empat truk pengangkutan sampah yang melebihi batas waktu pelayanan sudah tidak dapat lagi diseimbangkan dengan mempertimbangkan hal penjadwalan truk sampah yang sangat ketat batas waktu pelayanannya sembilan jam dari 22 unit truk sampah. Sehingga total selisih waktu kerja yang melebihi batas waktu pelayanan adalah 80,1398 jam - 39,0832 jam = 41,0566 jam.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian penjadwalan truk sampah kota Pontianak dengan model *Roll On Roll Off Vehicle Routing Problem* dan terhadap analisa hasil dan pembahasan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Armada amrroll truk yang terdiri dari 22 unit terdapat 8 kendaraan yang melebihi batas waktu pelayanan, sehingga dilakukan perbaikan dengan penyeimbangan beban kerja antar kendaraan. Hal ini membuktikan bahwa pengangkutan sampah amrroll truk di Kota Pontianak belum optimal.
2. Model *Roll On Roll Off Vehicle Routing Problem* belum dapat memperoleh jadwal yang optimal karena solusi model menggunakan metode heuristik. Namun demikian metode heuristik yang diusulkan telah mampu menawarkan solusi jadwal pengangkutan sampah yang lebih baik dalam arti mampu mengurangi jadwal kendaraan yang melebihi batas waktu pelayanan. Jadwal pengangkutan sampah yang semula memiliki 8 kendaraan yang melebihi batas waktu pelayanan 80,1398 jam menjadi 4 kendaraan yang melebihi batas waktu pelayanan 39,0832 jam sehingga selisih

total waktu pelayanan 41,0566 jam. Hal ini membuktikan bahwa penjadwalan pengangkutan sampah Kota Pontianak sudah lebih baik.

Referensi

- [1] Basriyanta. 2007. *Memajemen Sampah*. Penerbit Kanisus.Yogyakarta. ISBN 978-979-21-1668-7.
- [2] Bodin dan Ball. 2000. *The Roll On Roll off Vehicle Routing Problem. Transportation Science*. Pp. 271-288. ISSN: 1526-5447.
- [3] Kim, B.-I., Kim, S., and Sahoo, S. (2006). *Waste collection vehicle routing problem with time windows. Computers & Operations Research*, 33(12), 3624–3642. <http://doi.org/10.1016/j.cor.2005.02.045>.
- [4] Tim Penulis Penebar Swadaya. 2008. *Penanganan dan Pengolahan Sampah*. Penebar Swadaya. Jakarta. ISBN 9780021917.
- [5] Toth dan Vigo. 2002. *The vehicle routing problem. SIAM Monographs on Discrete Mathematics and Applications*. Pp 252-254. Philadelphia. ISSN 0-89871-579-2.

Biografi

Penulis lahir di Segarau Parit, pada tanggal 19 Juni 1991, merupakan anak pertama dari empat bersaudara dari rahim bidadari terhebat, merupakan pasangan berbahagia dari bapak Hoipin dan ibu Ciu Nyong. Penulis memulai pendidikan di SDN 44 Segarau Parit pada tahun 2000, dilanjutkan dengan SMPN 4 Tebas, pada tahun 2006, dan SMA N 1 Tekarang pada tahun 2009. Setelah lulus SMA, pada tahun 2012 penulis melanjutkan studi di Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura.